

台湾海峡厦门—东山水域瓶鼻海豚的种群密度、分布和误捕研究

杨 光*, 周开亚, 徐信荣

(南京师范大学生命科学学院, 南京 210097)

摘要:台湾海峡厦门—东山水域瓶鼻海豚(*Tursiops aduncus*)的种群密度约为 0.0436 ± 0.0286 头/ km^2 , 该水域南部瓶鼻海豚的发现率高于中部和北部。问卷调查和随船出海调查表明围网作业发现和误捕小型鲸类的频率要高于拖网, 同时拖网又高于刺网。调查期间从东山港记录到的误捕致死的 20 头小型鲸类中, 6 头(占 30%)为瓶鼻海豚, 分别由拖网和围网捕获。需要开展对当地渔民的宣传教育和加强台湾海峡瓶鼻海豚等小型鲸类的种群生物学和保护生物学的研究。

关键词:瓶鼻海豚; 小型鲸类; 种群; 误捕; 台湾海峡

Population density, distribution, and incidental catches of bottlenose dolphins in Xiamen-Dongshan waters of the Taiwan Strait

YANG Guang, ZHOU Kai-Ya, XU Xin-Rong (College of Life Sciences, Nanjing Normal University, Nanjing 210097, China)

Abstract: The population density of bottlenose dolphins (*aduncus*) in Xiamen-Dongshan water of the Taiwan Strait is 0.0436 ± 0.0286 individuals/ km^2 . The sighting frequency of bottlenose dolphins in the southern part of the water is higher than those in the middle and northern parts of the water. Questionnaire survey and on board observation indicated that the sighting rate and incidental catch rate of small cetaceans of purse net is higher than that of trawl net, whereas that of trawl net is higher than that of gillnets. Totally 20 individuals of small cetaceans were incidentally captured from Dongshan Ports during our study. Among them 6(30%) were bottlenose dolphins, and they were captured by trawl net (2 individuals) and purse net (4 individuals). It is necessary to educate the local fishermen to realize the importance of marine mammal conservation, and enhance the studies on the population biology of bottlenose dolphins in the Taiwan Strait.

Key words: bottlenose dolphins; small cetaceans; population; incidental catches; Taiwan Strait

文章编号: 1000-0933(2000)06-1002-07 中图分类号: Q958.8 文献标识码: A

瓶鼻海豚(*Tursiops* SPP.)是一种世界性分布的小型鲸类^[1],也是世界范围内研究得最多的海豚。虽然瓶鼻海豚在中国水域的黄、渤海、东海和南海均有分布^[1,2],而且可区分出大小不同的两种生态型,即较大的 *truncatus*(或 *gilli*)型和较小的 *aduncus* 型^[3]。近来的研究表明,中国水域的这两种生态型已属于两个不同物种分布于北方水域的 *T. truncatus* 和分布于南方水域的 *T. aduncus*。但有关中国海域瓶鼻海豚的生态学和保护生物学研究极少,仅杨光等^[5]根据 1994 年参加日本远洋水产研究所组织的“东海、黄海鲸类目视调查”时收集的资料,运用截线抽样法,估算东海水域北纬 $25^\circ \sim 30^\circ$, 东经 125° 以西瓶鼻海豚的种群密度和数量的最小估计值分别为 0.14 头/ km^2 和 9940 头。

基金项目:香港海洋公园鲸豚保护基金资助项目

收稿日期:1999-04-02; 修订日期:1999-10-31

* 通讯联系人

作者简介:杨光(1968~),男,四川省芦山县人,博士,教授。主要从事动物生态学,生态遗传学和保护生物学研究。

万方数据

近年来,在海洋公园鲸豚保护基金(Ocean Park Conservation Foundation,OPCF)的资助下,作者一直致力于中国水域小型鲸类的生态学和保护生物学研究^[6,7]。本文报道了1998年5~11月间在东山港对台湾海峡南部水域瓶鼻海豚 *T. aduncus* 基于本研究发现和采集的 *Tursiops* 腹部有白斑及 mt DNA 控制区序列组成特点,初步判定海水域的瓶鼻海豚为 *T. aduncus*。的保护生物学调查结果。一方面运用截线抽样法调查该水域瓶鼻海豚的种群密度和分布,另一方面,随不同类型的渔船出海参加渔业活动,了解不同渔具的作业方式及其对海豚的影响,并通过问卷调查了该水域瓶鼻海豚及其它小型鲸类的误捕情况,其目的在于为该水域瓶鼻海豚的保护提供科学依据。

1 研究内容和方法

1.1 种群密度和分布

1.1.1 野外调查 本次调查租用的考察船功率为90千瓦,航速13~15km/h(最高时速约18.5km)。此外,由于船只的抗风浪能力较低,不能在外海过夜,因此在设计调查截线时均考虑到一条截线可在一天之内完成。截线调查的区域为北纬23°20.00'N~24°00.00'N,东经118°20.00'E以西的水域(图1)。共设计了3条截线:①L1从东山港外(23°45.45'N,117°33.10'E)向东北方向开行至P1(24°00.00'N,118°10.00'E),单程距离68.1km,往返距离136.2km;②L2从东山港外(23°45.45',117°33.10'E)向正东方向开行至P2(23°40.00'N,118°10.00'E),单程距离63.4km,往返距离126.8km;③L3从东山港外(23°45.45'N,117°33.10'E)向东南方向开行至P3(23°20.00'N,118°00.00'E),单程距离65.6km,往返距离131.2km。每次截线调查包括从出发地至目的地,再从目的地沿原途返回。沿截线L1共调查了3次(分别用L11,L12和L13表示),沿截线L2共调查了3次(分别用L21,L22和L23表示),沿截线L3共调查了4次(分别用L31,L32,L33和L34)。因此,实际用于统计计算的调查截线数应为10条。由于每次考察时的天气情况不一致,每次实际调查的截线长度均有所不同(表1)。

野外调查选在天气晴朗,风平浪静的日子进行。考察时,船只沿所设计的截线以13~15km/h的速度匀速前进,同时2名考察队员在甲板和驾驶舱内借助双目望远镜或肉眼进行观察。一旦发现海豚群,首先目测并记录海豚群与考察船间的直线距离(r)及与考察路线的夹角(θ)。考察船随即调整航向并以最大速度向海豚群靠近。靠近海豚群后,考察船减低速度,调查队员确定海豚的种类、个体数量、外形特点和行为活动并进行照相或摄像。用专门的表格记录上述内容及当时的位置(经纬度)。当气候条件较差,不适于进行观察时,则视当时的情况决定是等气候条件好转后继续考察还是返回港口。

1.1.2 数据处理 群密度和个体密度的估算方法见参考文献^[5,8,9]。通过 $x=r \cdot \sin\theta$ 计算每个海豚群与调查截线间的垂直距离。由于本次调查发现的海豚群在不同距离范围内的分布符合负指数函数,故选择的密度计算公式为: $Q=(n-1)/2Lx$ ^[8],这与杨光等^[5]的计算公式略有不同。

表1 调查截线的长度

Table 1 Length of transect lines

截线 Transect lines	时间 Time 年-月-日	设计的截线长度(km) Designed length of transect lines	实际完成的截线长度(km) Fulfilled length of transect lines
L11	1998-06-26	136.2	126.4
L12	1998.06.27	136.2	136.2
L13	1998-06-29	136.2	136.2
L21	1998-05-16	126.8	126.8
L22	1998-06-19	126.8	100.2
L23	1998-06-25	126.8	126.8
L31	1998-06-16	131.2	131.2
L32	1998-06-21	131.2	77.8
L33	1998-06-22	131.2	91.2
L34	1998-06-23	131.2	131.2
总和 Total		1313.8	1184

由于沿 L₁, L₂ 和 L₃ 截线的调查次数仅 3~4 次,发现的瓶鼻海豚群也分别只有 2、2 和 5 群,显然,仅此数据不适于通过前述的复杂的参数估计来分析瓶鼻海豚在调查区域内的分布特点,因此,在分析该水域瓶鼻海豚的分布规律时仅使用了单位截线长度发现的海豚群数(群数/100km)和单位截线长度发现的个体数(个体数/100km)这两个指标。

1.2 海洋捕捞渔业对瓶鼻海豚及其它小型鲸类的误捕影响

1.2.1 随船出海观察不同渔船渔具对小型鲸类的影响 随 4 艘渔船出海 19d,观察了 18 个网次。其中灯光围网船 1 艘,出海 8d,观察 5 个作业网次;拖网船 1 艘,出海 6d,观察 8 个作业网次;刺网船 2 艘,出海 5d,观察 5 个作业网次。记录渔船作业的地点、时间和每次作业的捕获量和捕获种类。观察是否有小型鲸类的出现,如有,则记录其种类、数量及渔业活动对其影响。

1.2.2 通过问卷调查了解瓶鼻海豚及其它小型鲸类的误捕水平 通过与沿岸渔民的访问交谈,共填写了 80 份问卷调查表,其中拖网船渔民 45 份,刺网船渔民 32 份,围网船渔民 3 份。问卷调查的内容包括船只的类型、规格、功率、吨位和每艘船的渔民数;渔具的类型、规格、网目大小和放置深度;每年的作业时间、范围;主要捕获的鱼类和产量;以及对小型鲸类的捕获情况。用专门的问卷调查表记录上述内容。

1.2.3 从东山渔港记录被误捕的小型鲸类 包括种类和数量,误捕发生的时间、地点以及误捕发生的渔具类型,分析误捕发生的特点及对小型鲸类的影响。

2 结果

2.1 调查水域内瓶鼻海豚的种群密度

理论上 10 次截线调查可以得到 10 个群密度和个体密度值,但由于每次截线调查的距离较短,发现的海豚群数较少(除 2 次无发现,1 次发现 2 群外,其余 7 次均只发现 1 群),把 10 次截线调查的数据合并进行分析。

表 2 3 种函数对野外发现的瓶鼻海豚群在不同距离范围内分布的拟合

Table 2 The fitness of three functions to the distribution of bottlenose dolphin schools in the different perpendicular distance intervals

距离范围(km) Distance intervals	初级群数的野外观测值	初级群数的函数估计值		
	Observed primary school number	NE	HN	GEN
0~1	6	6.03	7.87	8.55
1~2	2	2.18	1.11	0.42
>2	1	0.79	0.02	0.03
X ² 检验(df=2)		0.19	11.90	10.63
X ² Test				

NE: 负指数分布函数 Negative exponential function; HN: 半截尾正态分布函数 Half normal function; GEN: 一般指数模型 General exponential.

截线调查并发现 1 个瓶鼻海豚群。最大群为 20 头,最小群为 2 头,平均群大小(g)为 9.33±6.12 头。通过不同函数对野外发现的海豚群在不同距离范围内的分布进行拟合时发现,负指数分布函数的期

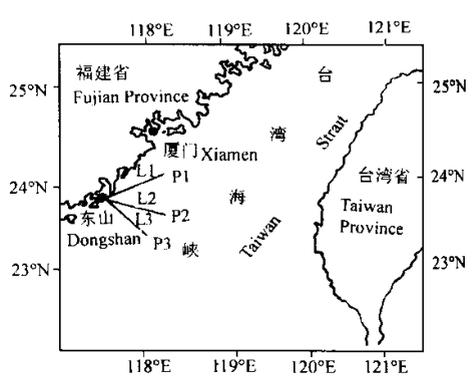


图 1 数量调查时所设计的截线(P₁, P₂ 和 P₃ 的经纬度见正文)

Fig. 1 Transect lines designed for the field survey (see text for the longitude and latitude of P₁, P₂, P₃)

望值能与野外观测数据实现较好的拟合(表 2)。鉴于此,本文以基于负指数分布函数的截线抽样法对调查区域内瓶鼻海豚的群密度和个体密度进行估计。

根据野外调查数据计算海豚群与截线间垂直距离的平均值为 $x = (\sum x_j)/n = 0.72 \text{ km}$

于是有 $f(0) = ((n-1)/n)/x = (9-1)/9/0.72 = 1.23$

群密度 $Q = nf(0)/2L = (n-1)/2Lx = (9-1)/(2 \times 1184 \times 0.72) = 4.6748 \times 10^{-3} (\text{群}/\text{km}^2)$

种群(个体)密度 $D = 4.6748 \times 10^{-3} \times (9.33 \pm 6.12) = 0.0436 \pm 0.0286 (\text{头}/\text{km}^2)$

2.2 调查区域内瓶鼻海豚的分布

表 3 给出了每条截线所得到的单位考察路线长度发现的瓶鼻海豚群数和个体数。假如用截线 L11、L12、L13 代表调查水域的北部,L21、L22 和 L23 代表调查水域的中部,L31、L32 和 L33 和 L34 代表调查水域的南部,则根据表 3 的数据可以粗略地认为,调查水域内南部的瓶鼻海豚发现频率明显高于中部和北部,而中部与北部间没有明显差别。

表 3 不同调查截线发现瓶鼻海豚的频率

Table 2 Sighting frequencies of bottlenose dolphins in different line transects

截线 Lines	调查次数 Survey times	截线总长度(km) Total transect length	海豚群数 School number	海豚个体数 Individual number	群数/100 km School number per 100 km	个体数/100 km Individual number Per 100 km
L1	3	398.8	2	12	5.02×10^{-3}	0.030
L2	3	353.8	2	13	5.65×10^{-3}	0.037
L3	4	431.4	5	59	0.012	0.176

2.3 调查水域内瓶鼻海豚及其它小型鲸类的误捕情况

虽然调查队员在东山港口广泛地与当地渔民接触并填写了 80 份问卷调查表,但由于瓶鼻海豚并不像江豚 *Neophocaena phocaenoides* 那样具有与其它鲸类迥异的鉴别特征,即使是很有经验的渔民也很难准确地鉴定所捕获的海豚到底是瓶海豚还是其它具喙的小型鲸类。因此从问卷调查始终未获得有关瓶鼻海豚误捕情况的直接资料。但从问卷调查结果来看,所有的围网船均曾在渔业活动中捕获过具喙的海豚类(其中最近一次捕获海豚是 1709 号船于 1997 年秋季在台湾浅滩一带一网捕获 9 头未鉴定的海豚类),或至少作业时曾在渔船附近发现过具喙的海豚类,而且发现海豚类的次数可占作业网次的 80% 以上。特别是问卷调查中涉及到 3 位围网船的船长和大部分渔民,具有多年的围网作业经验,能把曾捕获或发现过的具喙的海豚类区分为体重 150~200kg 的较大类型和体重低于 100kg 的较小类型。部分渔民还能指出,较大类型海豚的喙不如较小类型的喙细长。结合随船出海的观察,他们所指的那种体重 150~200kg 的较大类型海豚实际上主要是瓶鼻海豚。约 84.4% 的拖网船声称在作业时看见过具喙的小型鲸类。虽然有 48.9% 称曾捕获过小型鲸类,但没有一次捕获是发生在最近 2 年内。相应地,仅有不到 30% 的刺网船(28.1%)作业时曾发现过具喙的小型鲸类,曾捕获小型鲸类的比例更小,仅 9.3%。

再从随船出海的调查结果来看,2 次随围网船出海中,每一网次均发现海豚类。在 5 个网次发现的 5 个海豚群中,有 4 群为瓶鼻海豚,另一群为点斑原海豚(*Stenella attenuata*)。随拖网船出海的 2 个航次 8 个网次的作业中,有 3 个网次发现海豚的活动,全为瓶鼻海豚。与此相对应的是,虽然随刺网船出海 2 个航次 5 个网次,但始终未能发现任何海豚的活动踪迹(表 4)。这一结果与问卷结果非常相似。

虽然在野外并没有直接观察到渔具在作业过程中对海豚造成伤害,但有两方面的证据提示渔业活动对这一水域的瓶鼻海豚及其它小型鲸类是有一定的捕捞影响的:①在 1998 年 5 月 29 日凌晨 2:00~3:00 时,跟随闽东渔 1709 号船在台湾浅滩 22°30.59'N,118°22.14'E 处作业时,曾发现有一个点斑原海豚和瓶鼻海豚组成的混合群。误捕作业对其活动有明显的影响,在整个作业过程中他们与渔船渔具保持很近的距离,直至作业结束方才离开。次日(5 月 30 日)即有另一艘围网船(闽东渔 1553 号)带回 2 头因误捕致死的

斑原海豚。闽东渔 1709 号的作业时间和 1553 号船基本一致,作业位置也仅相距数百米。因此,推测他们捕获的这 2 头点斑原海豚来自 29 日凌晨观察到的点斑原海豚+瓶鼻海豚混合群。而且,正因为该点斑原海豚群与瓶鼻海豚组成混合群,因此,可以推测瓶鼻海豚被围网作业误捕的可能性是存在的。②1998 年 5 月至 12 月,从东山的捕捞渔业中记录到误捕致死的小型鲸类标本 20 头,其中包括瓶鼻海豚(6 头,30%)、点斑原海豚(3 头,15%)、条纹原海豚(*S. coeruleoalba*)(8 头,40%)、里氏海豚(*Grampus griseus*)(1 头,5%)和江豚(2 头,10%)。可见,瓶鼻海豚的误捕数量仅比条纹原海豚少。其中除 2 头由拖网捕获外,其余 4 头由围网捕获(表 5)。这是调查期间得到的捕捞渔业误捕瓶鼻海豚以及其它小型鲸类的最直接证据。

表 4 随船出海时发现的小型鲸类

Table 4 Small cetaceans sighted during voyages on board fishing vessels

网具 Gears	出海时间 On board time	网次 Fishing times	记录的海豚种类 Recorded dolphins	群数 School number	个体数 Individual number	备注 Notes
围网 Purse net	May 19~21, 1998	2	瓶鼻海豚 Bottlenose dolphin	2	5~6	其中一群与点斑原海豚组成混合群 Including one school mixed with spotted dolphins
	May 26~30, 1998	3	瓶鼻海豚 Bottlenose dolphin	2	7~8	
拖网 Trawl net	June 04~10, 1998	8	点斑原海豚 Spotted dolphin	1	15~20	与瓶鼻海豚组成混合群 Mixed with bottlenose dolphins
			瓶鼻海豚 Bottlenose dolphin	3	11~12	
刺网 Gillnet	June 13~17, 1998	4	0	0	0	

* :出海时间还包括在渔场和渔港之间航行的时间 On board time also includes round travel time between fishing ground and fishing port

表 5 从东山渔港记录的被误捕的海豚类

Table 5 Dolphin specimens captured by fisheries from Dongshan Fishing Port

时间 Time	误捕地点* Catch localities*	离岸距离* Distance to bank*	种类 Species	数量 Individual number	渔具 Gears
1998-05-29	台湾浅滩 Taiwan Shaol	80~100 km	点斑原海豚 Spotted dolphin	2	围网 Purse net
1998-08-02	台湾浅滩 Taiwan Shoal	80~100 km	点斑原海豚 Spotted dolphin	1	拖网 Trawl net
1998-08-06	台湾浅滩 Taiwan Shoal	80~100 km	瓶鼻海豚 Bottlenose dolphin	1	拖网 Trawl net
1998-08-22	台湾浅滩 Taiwan Shoal	80~100 km	瓶鼻海豚 Bottlenose dolphin	1	拖网 Trawl net
1998-10-13	兄弟岛以外 Outside Xiongdi Island	>50 km	瓶鼻海豚 Bottlenose dolphin	4	围网 Purse net
1998-10-04	兄弟岛附近水域 Adjacent to Xiongdi Island	>50 km	江豚 Finless porpoise	2	刺网 Gillnets
1998-10-27	红屿海域 Hongyu Waters	10~20 km	条纹原海豚 Striped dolphin	8	刺网 Gillnets
1998-11-25	兄弟岛附近水域 Adjacent to Xiongdi Island	>50 km	里氏海豚 Risso's dolphin	1	刺网 Gillnets

* 根据渔民的描述确定地点 catch localities and distance to bank were estimated according to description of fishermen

3.1 关于调查水域内瓶鼻海豚的种群密度

本次调查所得到的瓶鼻海豚的群密度、个体密度,以及单位考察距离发现的群数和个体数均比杨光等^[4]报道的东海水域瓶鼻海豚的要低,但鉴于本次调查时间较短,截线数量较少,发现的豚群数和个体数还不够多,因此尚不能作出该水域瓶鼻海豚种群密度低于东海水域的结论。有必要开展进一步的野外调查研究以增加调查时间和截线数量,并扩大调查区域覆盖台湾海峡更多的海域。

3.2 关于不同渔具对瓶鼻海豚及其它小型鲸类的误捕率

虽然问卷调查显示刺网对小型鲸类的影响较小,且随刺网船出海时也没有发现任何海豚类的活动,但调查期间记录到的误捕致死的小型鲸类中,刺网误捕的个体数和比例却高于拖网和围网(表5)。作者认为,这种差异可能主要与调查时间较短,调查范围较小有关。因此,为了获得该水域捕捞渔业对小型鲸类影响的更详细和更准确的资料,进一步增加调查时间和扩大调查范围可能是必要的。同时,这种不同调查方法之间的差异提示人们,在海豚类误捕情况的调查中不可盲目地偏废某种方法,而应该使用不同的方法,相互比较,相互补充。同样,虽然从表5的数据看来,似乎不同的小型鲸类误捕的渔具类型不同,如江豚全由拖网捕获,点斑原海豚主要由围网和拖网捕获,而条纹原海豚和灰海豚则全由刺网捕获,但这一结论还有待进一步验证。比如就瓶鼻海豚而言,本次调查则显示围网的误捕率高于拖网,而以前收集的资料^[7]则是拖网的误捕率高于围网,同样,根据以前收集的资料,江豚是这一水域误捕最多的小型鲸类,但本次调查仅记录到2头江豚标本,占总数的10%,仅比里氏海豚多,这也可能与调查时间较短等有关。

另一方面,虽然从捕获海豚的绝对数量来看,拖网和刺网要远远高于围网,但是根据随船出海的观察,围网作业时发现海豚的频率要明显高于拖网及其他渔具。问卷调查也提示,围网船发现海豚类的频率要高于其它网具。因此,笔者认为单艘围网船对海豚类的误捕影响,或单位捕捞努力对海豚类的影响实际上要高于拖网船和刺网船。之所以围网误捕海豚的总量低于拖网和刺网与后两者在当地渔业中占的比例远远高于围网有关。目前,随着拖网对渔业资源的破坏性影响逐渐引起人们的重视,当地水产部门正着手将一些拖网作业改为围网作业。但围网渔业的比重增加极有可能导致该水域小型鲸类误捕量的增加,有必要引起人们的足够重视,开展进一步的研究并采取适当的预防措施。

3.3 关于台湾浅滩一带的小型鲸类误捕

调查水域的南部,特别是东山兄弟岛至台湾浅滩一带是台湾海峡南部的重要渔场,闽南和广东的许多渔民均在此作业。仅东山渔港就有1000条以上不同类型的渔船在这此捕鱼。实际上,该区域不仅是问卷调查发现海豚最多的水域,也是问卷调查显示的误捕发生最多的区域,而且本次调查期间记录到的绝大部分小型鲸类标本均来自这里。因此,这里是今后需要就捕捞渔业对小型鲸类影响作重点监测的区域。

4 保护对策

4.1 加强对渔民和其他渔业相关人员的宣传教育,提高广大群众对海豚类的保护意识

虽然该水域内没有专门的鲸类捕捞渔业,而且绝大部门渔民均表示一旦捕获海豚他们会将其放生,但确有部分(11.3%)渔民曾将捕获的海豚类杀死,特别是当它们认为海豚类在捕食网具内的鱼类以及逃生时会网具破坏,因而将仇恨发泄在被误捕的海豚身上。即使是将误捕的海豚放生的渔民中,仅有8.8%的渔民知道海豚类是国家保护动物。鉴于此,非常有必要向渔民灌输对小型鲸类的保护意识,让他们清楚地知道小型鲸类的保护符合国家法律,特别是野生动物保护法。建议上述宣传教育工作可以通过当地的水产部门配合进行。特别是可以在每年向当地渔民发放渔业捕捞证的同时,向渔民分发一些有关小型鲸类保护的图片、宣传资料、小册子等。这样,不仅可提高当地渔民保护小型鲸类的责任心和自觉性,也可提高渔民在海上误别小型鲸类的能力,以便在作业时一旦发现小型鲸类可以及时采取措施避免误捕,或误捕海豚后及时放回大海,从而有效地减少死亡,这是目前能采取的最有效和最实际的措施。

4.2 加强对台湾海峡瓶鼻海豚等小型鲸类的种群生物学和保护生物学的研究

建议继续开展对该水域小型鲸类误捕水平和不同渔具及作业方式与小型鲸类误捕之间关系的调查研究,以及瓶鼻海豚等小型鲸类的种群数量、分布和季节动态的研究。特别是东山附近的兄弟岛至台湾浅滩水域。这里是截线调查发现海豚最多的水域,也是调查期间记录误捕海豚最多的水域。结合误捕资料和种

群生物学资料,将更准确和客观地评估误捕对这一水域小型鲸类种群变化和保护生物学状况的影响,并制定更为有效的保护措施以提交给相关的水产保护部门。

参考文献

- [1] Zhou K, Leatherwood S and Jefferson T. Records of small cetaceans in Chinese waters: a review. *Asia Marine Biology*, 1995, **12**: 119~139.
- [2] Zhou K and Qian W. Distribution of the dolphins of genus *Tursiops* in the China Seas. *Aquatic Mammals*, 1985, **1**: 16~19.
- [3] Gao A and Zhou K. Geographical variation in morphology of bottlenose dolphins (*Tursiops* sp.) in Chinese waters. *Aquatic Mammals*, 1995, **21**(2): 121~135.
- [4] Wang J Y, Chou L S and White B N. Mitochondrial DNA analysis of sympatric morphotypes of bottlenose dolphins (genus: *Tursiops*) in Chinese waters. *Molecular Ecology*, 1999, **8**: 1603~1612.
- [5] 杨光, 周开亚, 加藤秀弘, 等. 东海水域瓶鼻海豚种群数量和分布的初步研究. *兽类学报*, 1997, **17**(4): 241~247.
- [6] 杨光, 周开亚. 误捕及其对海兽种群的影响. *应用生态学报*, 1996, **7**(3): 326~331.
- [7] 杨光, 周开亚, 徐信荣, 等. 中国沿岸小型鲸类误捕情况的调查. *应用生态学报*, 1999, **12**(6): 713~716.
- [8] Burnham K P, Anderson D R and Laake J L. Estimation of density from line transect sampling of biology populations. *Wildlife Monograph*, 1980, **72**: 1~202.
- [9] Miyashita T. Sighting estimate for the Bryde's whale stock in the western North Pacific. *Rep. int. Whal. Commn.*, 1986, **36**: 249~252.

